ANALISIS DE CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS EN CANGREJOS (CRUSTACEA: DECAPODA: PSEUDOTHELPHUSIDAE) USANDO METODOS MULTIVARIADOS

MARTHA R. CAMPOS
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, Apartado 7495, Bogotá, Colombia

Resumen
La aplicación de métodos estadísticos multivariados en el estudio de las características morfométricas de cangrejos adultos permitieron establecer la existencia de l2 variables que tienen poder discriminante entre las especies y que son independientes de la genitalia. El estudio se realizó con especímenes de *Neostrengeria macropa, Neostrengeria guenteri* e *Hypolobocera bouvieri bouvieri.* El procedimiento constituye una alternativa a la identicación taxonómica actual la cual se basa esencialmente en la genitalia del macho.

Abstract
By using statistical methods, a way was explored of identifying taxonomically freshwater crabs. The results of a morphometrical analysis carried out only using undamaged sexually mature specimens of *Neostrengeria macropa, Neostrengeria guenteri* and the subspecies *Hypolobocera bouvieri bouvieri* are presented. Using multivariate statistical methods, 12 variables are found with discriminant power between the three species. The statistical data obtained are also useful for the classification of additional specimens, independent of sex, coming from the same watershed and belonging to one of the three species included in the present study.

Introducción

La identicación taxonómica de las especies de cangrejos de agua dulce se basa en la morfología de los gonópodos de los machos, los cuales corresponden al primer par de apéndices abdominales modificados. Este sistema de clasificación no permite la identificación de las hembras a nivel específico.

Esta limitación plantea la conveniencia de buscar un sistema que permita identificar un ejemplar de una especie dada sin considerar su genitalia. Con esta idea en mente se ha iniciado un análisis estadístico basado en la hipótesis de que los caracteres morfométricos pueden servir como un medio alternativo o complementario para realizar la clasificación.

En un reporte preliminar (Campos & Parra, 1986) se hizo un análisis morfométrico para discriminar según el sexo cangrejos adultos de *Hypolobocera bouvieri bouvieri* (Rathbun, 1898). Se presentan ahora los resultados del estudio morfométrico para la discriminación entre especies, realizado con cangrejos adultos de *Neostrengeria macropa* (H. Milne Edwards, 1853), *Neostrengeria guenteri* (Pretzmann, 1965) e *Hypolobocera bouvieri bouvieri* (Rathbun, 1898). Para el estudio morfométrico se seleccionaron los ejemplares adultos completos de la especie predominante en cada una de las cuencas (Tabla 1).

Materiales y Métodos

En Cundinamarca existen dos ríos Negro (I y II) pertenecientes a las vertientes del Magdalena y del Orinoco, respectivamente. El análisis se llevó a cabo con material colectado en la cuenca del río Negro-I, en el sector comprendido desde el Municipio de Caparrapí (5°21' N - 74°30' W) hasta el Municipio de Guayabal de Síquima (4°53' N - 74°28' W), Departamento de Cundinamarca, 550 m a 1550 m sobre el nivel del mar (*Hypolobocera bouvieri bouvieri).* En la cuenca del río Negro-II, en el sector comprendido desde el Municipio de Cáqueza (4°25' N - 73°57' W), Departamento de Cundinamarca, hasta el Municipio de Cumaral (4°17' N - 73°30' W), Departamento del Meta, 430 m a 1500 m sobre el nivel del mar *(Neostrengeria guenteri).* En la cuenca del río Bogotá, en el sector comprendido desde el Municipio de Villapinzón (5°13' N - 73o36' W) hasta el Municipio de Vio-

Caldasia 16 (76): 87 - 92. 1989

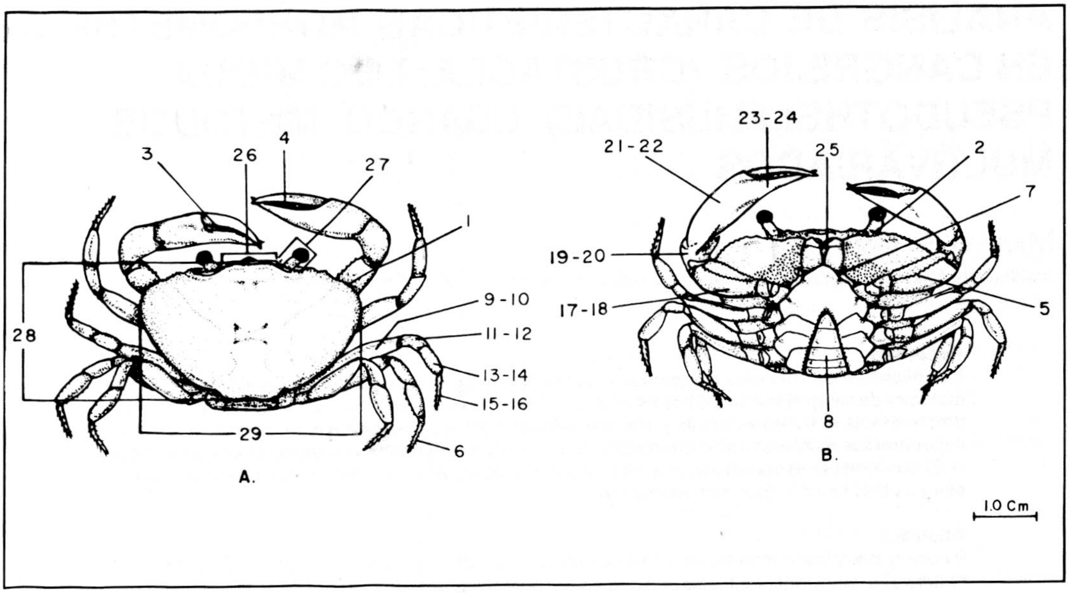

Figura 1. Vista dorsal (A) y ventral (B) de un Pseudothelphusidae que muestra las variables morfométricas usadas en el análisis 1. Número de tubérculos en el borde anterolateral del caparazón. 2. Número de tubérculos en la órbita inferior. 3.Número de dientes en la quela izquierda. 4. Número de dientes en la quela derecha. 5.Número de tubérculos en el mero de la quela mayor. 6. Promedio de espinas por hilera del dáctilo. 7. Relación de longitud Endognato y Exognato del III. Maxilípedo. 8. Relación longitud y ancho del Abdomen. 9. Longitud del mero del tercer Pereiópodo. 10. Ancho máximo del mero del tercer Pereiópodo. 11. Longitud del carpo del tercer Pereiópodo. 12. Ancho máximo del carpo del tercer Pereiópodo. 13. Longitud del propodo del tercer pereiópodo. 14. Ancho máximo del propodo del tercer Pereiópodo. 15. Longitud del dáctilo del tercer Pereiópodo. 16. Ancho máximo del dáctilo del tercer Pereiópodo. 17. Longitud del mero de la quela mayor. 18. Ancho máximo del mero de la quela mayor. 19. Longitud del carpo de la quela mayor. 20. Ancho máximo del carpo de la quela mayor. 21. Longitud del propodo de la quela mayor. 22. Ancho máximo del propodo de la quela mayor. 23. Longitud del dáctilo de la quela mayor. 24. Ancho máximo del dáctilo de la quela mayor. 25. Longitud del palpo del tercer Maxilípedo. 26. Ancho de la frente. 27. Distancia orbital. 28. Longitud del caparazón. 29. Ancho máximo del caparazón.

tá (4° 27' N - 74°32' W), Departamento de Cundinamarca, 1200 m a 2800 m sobre el nivel del mar (*Neostrengeria macropa*).

La identificación de las especies se basó en características morfológicas de los gonópodos del macho,(Rathbun, 1905, 1906; Pretzmann, 1972; Rodríguez, 1982) y fue corroborada con material de referencia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), con la asesoría del Doctor Gilberto Rodríguez.

Para el análisis estadístico se seleccionaron 29 variables cuantitativas (Fig.1). Las mediciones se realizaron con un calibrador con dial lo cual garantiza que los valores dados sean precisos con dos cifras significativas, siendo el milímetro la escala de medida para cada variable.

En una primera fase se utilizó el paquete estadístico SAS, versión 79, para el cálculo de valor mínimo, máximo, promedio aritmético, desviación estandar, varianza y matriz de covarianzas de los caracteres medidos en las diversas especies.

Para seleccionar entre las 29 variables morfométricas involucradas aquellas con poder discriminante se empleó el método de análisis discriminante según Wilks, del paquete estadístico SPSS, versión 75. Con este método las variables predictoras se seleccionan para entrar al análisis sobre la base de su poder discriminatorio, (Lebart *et al.*, 1984). Los calculos fueron realizados en el computador IBM/360 del Centro de Cálculo de la Universidad Nacional.

Resultados

El método estadístico empleado establece 12 variables con caracter discriminatorio entre las especies, (Tabla 2). El promedio aritmético, el valor mínimo, el máximo, y el

Tabla 1. Especies y número de ejemplares analizados en el estudio morfométrico.

CUENCA	ESPECIE	NUMERO EJEMPLARES
Río Negro-I	*Hypolobocera bouvieri bouvieri*	38
Río Bogotá	*Neostrengeria macropa*	45
Río Negro-II	*Neostrengeria guenteri*	27

coeficiente de variación, para cada variable con poder discriminatorio (Tabla 3). Las funciones discriminantes con sus coeficientes estandarizados (Tabla 4). Los valores propios asociados a las funciones discriminantes fueron:

Función	Valores propios	Porcentajes de varianza
1	68.47012	86.19
2	10.96977	13.81

Los datos anteriores indican que la primera función discriminante es la que contribuye a separar mejor las especies entre si, ya que tiene el porcentaje de varianza más alto.

A partir de las funciones discriminantes y sus coeficientes estandarizados se hace una representación gráfica en un plano de coordenadas cartesianas, en el cual el eje horizontal representa la función 1 y el eje vertical la función 2. La longitud del vector está asociada con el poder discriminante de la variable: a mayor longitud mayor es el poder discriminatorio.

La Fig.2 indica que las variables con poder discriminante, en orden decreciente, son: V_{11}, V_9, V_{15}, V_{29}, V_{28}, V_{10}, V_{26}, V_{14}, V_6, V_{13}, V_{27} y V_1.

La Fig.3 muestra la distribución de las especies según las funciones discriminantes canónicas. Por cada especie hay un centroide, el cual representa el organismo típico de la especie considerada. Los tres centroides se encuentran bien separados los unos de los otros y los casos se concentran alrededor de los grupos centroides. Esto indica que las especies en estudio se encuentran considerablemente separadas unas de otras y en consecuencia el método estadístico empleado permite obtener una clasificación correcta del 100%.

Discusión

La longitud del carpo (V_{11}), del mero (V_9) y del dáctilo (V_{15}) del tercer pereiópodo se ubican en los primeros lugares en cuanto al poder discriminatorio se refiere. Lo anterior contrasta con el hecho de que sólo el ancho máximo del carpo (V_{12}) y del propodo (V_{14}) del tercer pereiópodo tienen poder discriminato-

Tabla 2. Variables con poder discriminatorio entre las especies consideradas

Variable	Nombre
V_1	Número de tubérculos en el borde anterolateral del caparazón.
V_6	Promedio de espinas por hilera del dáctilo.
V_9	Longitud del mero del tercer pereiópodo.
V_{10}	Ancho máximo del mero del tercer pereiópodo.
V_{11}	Longitud del carpo del tercer pereiópodo.
V_{13}	Longitud del propodo del tercer pereiópodo.
V_{14}	Ancho máximo del propodo del tercer pereiópodo.
V_{15}	Longitud del dáctilo del tercer pereiópodo.
V_{26}	Ancho de la frente entre ángulos internos de las órbitas.
V_{27}	Distancia fronto-orbital.
V_{28}	Longitud del caparazón.
V_{29}	Ancho máximo del caparazón

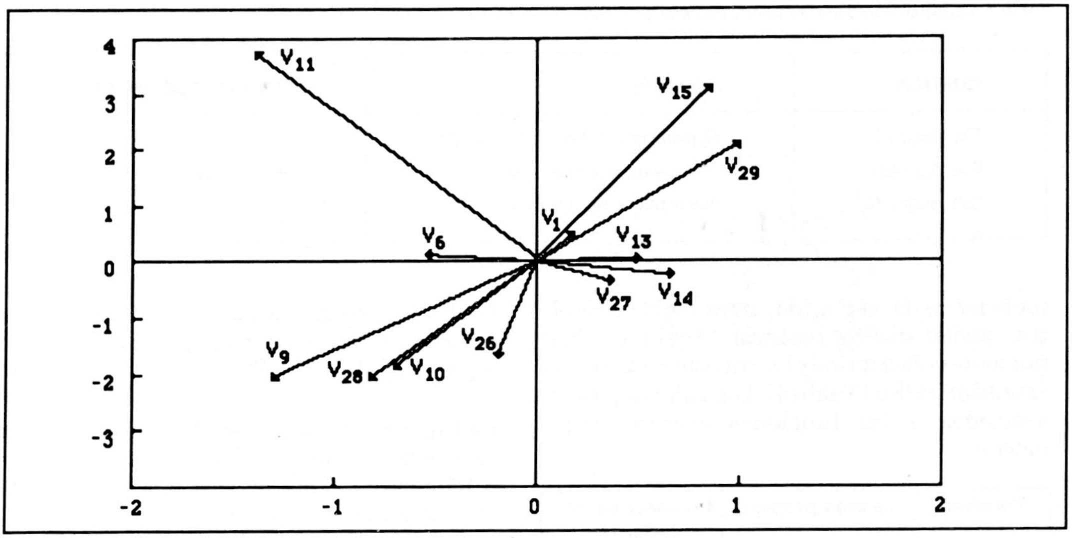

Figura 2. Gráfica de las variables con mayor poder discriminante para las especies de las tres cuencas. Los ejes horizontal y vertical representan las funciones discriminantes 1 y 2 respectivamente.

rio, ocupando el sexto y el octavo lugar respectivamente. Este hecho pudo originarse en haber seleccionado como medida el ancho máximo, sin tener en cuenta otras alternativas debidas al caracter no uniforme del podómero.

Otras de las variables son el ancho máximo (V_{29}) y la longitud (V_{28}) del caparazón, que ocupa la cuarta y quinta posición. Rodríguez (1980) utiliza la relación largo-ancho del caparazón para la clave de las especies del género *Panopeus*.

El ancho de la frente (V_{26}) y la distancia entre la frente y la órbita externa (V_{27}) también surgen como criterio de discriminación entre las especies consideradas. Estas variables no

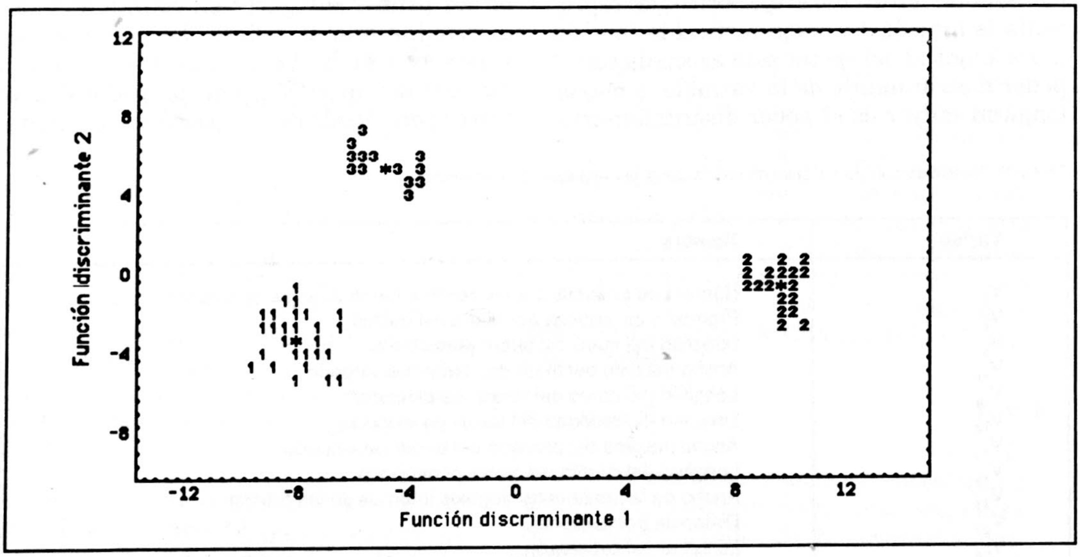

Figura 3. Distribución de las especies según las funciones discriminantes canónicas. Los símbolos representan: 1 *H. bouvieri bouvieri*, 2 *N. macropa*, 3 *N. guenteri* y (.) el centroide.

Tabla 3. Datos estadísticos para la especie de cada cuenca.

	H. bouvieri bouvieri				*N. macropa*				*N. guenteri*			
Var.	**$\bar{X}$**	**Min.**	**Max.**	**C.V.(%)**	**$\bar{X}$**	**Min.**	**Max.**	**C.V.(%)**	**$\bar{X}$**	**Min.**	**Max.**	**C.V.(%)**
V_1	13.2	10.0	15.0	8.9	17.0	15.0	20.0	6.6	15.9	14.0	16.0	2.4
V_6	5.1	4.5	6.5	6.8	13.0	12.0	16.0	0.8	4.3	4.0	4.5	5.7
V_9	24.0	15.5	35.9	23.5	14.8	9.6	22.5	24.6	8.8	6.5	10.7	13.1
V_{10}	8.1	5.1	11.7	20.6	4.8	3.6	6.6	17.6	2.6	1.8	3.2	11.8
V_{11}	12.2	7.3	18.7	26.6	7.4	5.0	10.5	21.6	4.3	3.1	5.5	13.9
V_{13}	11.4	7.8	17.8	24.0	7.1	4.8	10.4	21.9	4.6	3.3	5.6	13.0
V_{14}	5.9	3.7	8.5	23.4	3.5	2.6	4.5	17.7	2.0	1.3	3.2	16.1
V_{15}	18.0	11.7	28.0	25.5	12.3	8.2	18.3	24.6	7.1	5.5	9.0	14.0
V_{26}	15.1	10.4	21.5	22.8	10.8	7.5	14.5	17.0	5.7	4.1	6.7	11.4
V_{27}	7.5	5.4	11.0	22.2	4.5	3.2	6.5	17.4	2.9	2.2	3.5	9.6
V_{28}	39.6	25.1	56.4	23.6	25.3	17.9	35.3	20.2	13.3	9.6	15.7	11.3
V_{29}	63.8	40.3	91.3	24.5	41.4	27.6	59.6	21.0	23.1	16.4	27.8	12.9

han sido hasta ahora incluídas en las claves existentes.

El número promedio de espinas por hilera en el dáctilo (V_6) ha sido utilizada por Rodríguez (1982) en la clave para las especies del género *Neostrengeria*. Finalmente, el promedio de tubérculos en el borde anterolateral del caparazón (V_1) corresponde a la última variable con poder discriminatorio, en el caso de las especies consideradas.

Un análisis de los valores de los coeficientes de variación de las variables con poder discriminante, (Tabla 4), permite determinar que los ejemplares de la subespecie *Hypolobocera bouvieri bouvieri,* presentan la mayor variabilidad con respecto a las otras dos especies, variabilidad que desde el punto de vista biológico significa que los organismos presentan un amplio rango de variación individual. En segundo lugar se tienen los ejemplares de la especie *Neostrengeria macropa* . Finalmente los ejemplares de la especie *Neostrengeria guenteri,* presentan la menor variabilidad dentro de las tres especies consideradas, lo cual indica que estos organismos son bastante homogéneos en sus características morfométricas.

El análisis estadístico, permitió establecer la existencia de un conjunto de variables morfométricas con poder discriminatorio entre especies, independiente de las características morfológicas del gonópodo de los machos.

Los datos estadísticos obtenidos son útiles para la clasificación de nuevos ejemplares

Tabla 4. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes según variable.

VARIABLES	COEFICIENTES FUNCION 1	COEFICIENTES FUNCION 2
V_1	0.16206	0.43439
V_6	-1.16734	0.23846
V_9	-1.86843	-2.90697
V_{10}	-0.70013	-1.80081
V_{11}	-0.91102	3.43500
V_{13}	0.80015	0.08539
V_{14}	1.40077	-0.48375
V_{15}	0.83517	3.04398
V_{26}	0.18669	-1.63023
V_{27}	0.49070	-0.45770
V_{28}	-0.96746	-2.41211
V_{29}	1.13664	2.39923

adultos, machos y hembras, provenientes de las mismas cuencas y pertenecientes a una de las tres especies consideradas.

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Gilberto Rodríguez del Instituto de Investigaciones Científicas, IVIC, por su asesoría científica; al profesor Harmín Parra del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Nacional por su asesoría en lo relacionado con el análisis estadístico; a la profesora Indiana Bustos por la crítica revisión del manuscrito; al Centro de Cálculo de la Universidad Nacional, por su colaboración en el desarrollo de la fase de cómputo.

Literatura Citada

Campos, R. M. & H. Parra-C. 1986. Estudio morfométrico para discriminar según el sexo cangrejos adultos de la subespecie *Hypolobocera bouvieri bouvieri* (Rathbun, 1898) (Decapoda: Pseudothelphusidae). Caldasia 15 (71-75): 733-742.

Campos, R. M., & G. Rodríguez. 1985. A new species of Neostrengeria (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) with notes on geographical distribution of the genus. Proc. Biol. Soc. Wash. 98 (3): 718-727.

Lebart, L., A. Morineau, & K. M. Warwick, 1984. Multivariate Descriptive Statistical Analysis. John Wiley and Sons, New York.

Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner, & D. H. Bent. 1975. Statistical package the social sciences (SPSS), Second Edition. McGraw Hill, New York.

Pretzmann, G. I972. Die Pseudothelphusidae (Crustacea Brachyura). Zoologica 42 (120): 1-182.

Rathbun, M. 1905. Les crabes d'eau douce (Potamonidae). Nouv. Arch. Mus. Nat. Hist., Paris Ser. 4, 7: 159-321.

____. 1906. Les crabes d'eau douce (Potamonidae). Nouv. Arch. Mus. Nat. Hist., Paris, Ser. 4, 8:1 122.

Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas.

____. 1982. Les crabes d'eau douce D'Amérique, Famille Pseudothelphusidae. Ed. Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), París.